

# 感染症拡大の早期予測モデルについて

中央大学理工学部 作村 建紀  
中央大学理工学部 鎌倉 稔成

## 1. はじめに

近年、世界中でさまざまな感染症が確認されている。中東では MERS-CoV (Middle East Respiratory Syndrome CoronaVirus, 中東呼吸器症候群) が 2012 年 9 月に発生し、現在もなお感染者・死亡者が確認されている。2015 年 5 月には、韓国に飛び火し、初期対応の遅れから感染拡大が危惧されている。2014 年には、エボラ出血熱の拡大が起こり、世界中で 1 万人ほどが死亡している。このような感染爆発 (パンデミック) は、過去にも SARS (Severe Acute Respiratory Syndrome, 重症急性呼吸器症候群) や、2009 年の新型インフルエンザ (パンデミック 2009H1N1) などが世界的に流行し、多くの感染者・死亡者を出している。

感染症拡大を防止するためには、感染が確認された初期に感染拡大の危険性を予知し、できるだけ事前に対策を講じることが重要である。

本研究では、拡大予測モデルとして、感染モデルとして有名な SIR モデル、より一般的な成長曲線モデルである一般化ロジスティックモデル、その微分方程式モデル、また、確率過程として扱う非定常ポアソン過程モデルを採用し、実際の感染症の観測データをもとに、各モデルの特徴について比較・検証を試みる。

## 2. データと尤度

感染者のデータは、日・週・月などのある間隔ごとにまとめて観測されるグループデータである [2]。観測時間  $t_j (j = 1, 2, \dots, T)$  とし、ある時間  $t_{j-1}$  から次の観測時間  $t_j$  までの間に  $n_j$  の感染者が発生したとすると、truncated モデル [1, 2] における観測データの生起確率は

$$L(\theta|t) = \prod_{j=1}^T \left[ \frac{F(t_j) - F(t_{j-1})}{F(t_T)} \right]^{n_j}$$

となる。ただし、 $F(t)$  は時間  $t$  に対する累積分布関数を表す。

また、観測データはグループデータを持つ非定常ポ

アソン過程と考えると、観測データの生起確率は

$$L(\theta|t) = \prod_{j=1}^T \left[ \int_{t_{j-1}}^{t_j} \lambda(\tau_j) d\tau \right]^{n_j} \exp \left\{ - \int_0^T \lambda(u) du \right\}$$

となる [3, 4]。ただし、 $\lambda(t)$  は時間  $t$  ごとの観測者数を表す関数である。

## 3. 結果とまとめ

感染症は出来る限り早期に拡大を予測することが重要である。本研究ではこれまでに世界で起こった感染症データに対して、さまざまなモデルで予測を行い、その特徴を検証した。図 1 は韓国の MERS 感染者データに対して、予測を行った結果の一部を示している。

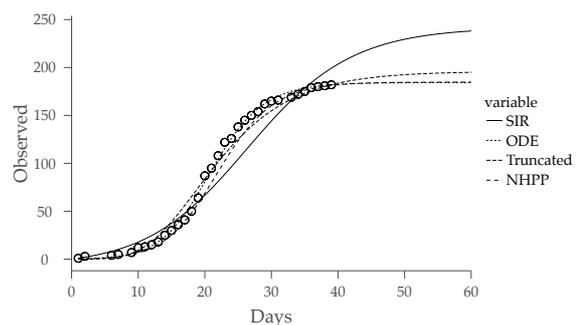


図 1 韓国における MERS 感染者数の拡大とその予測

## 参考文献

- [1] Hideo Hirose. Estimation for the size of fragile population in the truncated and truncated models with application to the confidence interval for the case fatality ratio of SARS. *International Information Institute*, Vol. 12, No. 1, pp. 33–50, 2009.
- [2] Hideo Hirose, Kazuhiro Matsuguma, and Takenori Sakumura. Infectious Disease Spread Prediction Models and Consideration. *情報処理学会論文誌*, Vol. 51, No. 10, pp. 1234–1240, 2010.
- [3] Yudi Pawitan. *In All Likelihood: Statistical Modelling and Inference Using Likelihood*. Oxford Univ Pr, Oxford : New York, 2001.
- [4] Sheldon M. Ross. *Stochastic Processes*. Wiley, New York, 2 edition edition, February 1995.